

装配式建筑电气管线预埋的标准化设计施工误差控制研究

游 扬

九易庄宸科技（集团）股份有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]装配式建筑作为建筑业转型升级的重要方向，在节能环保、施工效率和质量控制方面具有显著优势。然而，电气管线的预埋环节因涉及构件生产、运输、安装与后期运维的多个环节，容易产生误差，直接影响建筑功能实现和运行安全。为解决这一问题，文中基于装配式建筑的特点，探讨了电气管线预埋的标准化设计与施工误差控制策略。研究内容包括预埋设计的标准化原则、工厂化加工过程的精度控制、现场安装环节的误差修正方法以及信息化技术在全过程中的应用。结果表明，通过建立统一的设计标准、优化施工流程、引入 BIM 及信息化管理手段，可以有效减少预埋偏差，提高施工效率，保障电气系统的安全性与可靠性。文中的研究不仅为装配式建筑电气系统的高质量建设提供理论支持，也为推动建筑工业化发展提供参考。

[关键词]装配式建筑；电气管线；预埋设计；标准化；施工误差控制

DOI: 10.33142/ucp.v2i5.17932

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Research on Standardized Design and Construction Error Control of pre-embedded Electrical Pipelines in Prefabricated Buildings

YOU Yang

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As an important direction for the transformation and upgrading of the construction industry, prefabricated buildings have significant advantages in energy conservation, environmental protection, construction efficiency, and quality control. However, the pre-embedding process of electrical pipelines involves multiple stages of component production, transportation, installation, and later operation and maintenance, which can easily lead to errors and directly affect the realization of building functions and operational safety. To address this issue, this article explores the standardized design and construction error control strategies for electrical pipeline embedment based on the characteristics of prefabricated buildings. The research content includes the standardization principles of embedded design, precision control in factory processing, error correction methods in on-site installation, and the application of information technology throughout the entire process. The results indicate that by establishing unified design standards, optimizing construction processes, introducing BIM and information management methods, it is possible to effectively reduce pre-embedded deviations, improve construction efficiency, and ensure the safety and reliability of electrical systems. The research in the article not only provides theoretical support for the high-quality construction of prefabricated building electrical systems, but also provides reference for promoting the development of building industrialization.

Keywords: prefabricated building; electrical pipelines; pre-embedded design; standardization; construction error control

引言

随着我国建筑工业化水平的不断提升，装配式建筑逐渐成为建筑行业的重要发展趋势。装配式建筑采用构件工厂化生产、现场装配的模式，能够缩短工期、降低能耗、提升质量，契合绿色建筑和可持续发展的要求。在装配式建筑中，电气管线作为建筑功能实现的重要组成部分，其预埋设计与施工质量直接关系到电气系统的安全运行和后期维护。然而，目前在实践中，电气管线预埋仍存在设计标准不统一、工厂生产精度不足、现场安装误差较大等问题，导致后续施工与运维中出现返工与隐患，严重影响整体工程质量。针对这一现状，研究装配式建筑中电气管线预埋的标准化设计与施工误差控制路径具有重要意义。本文将从设计、生产、施工、运维四个环节入手，分析存在的问题，总结标准化设计原则，提出施工误差控制的具

体措施，并探索信息化技术在全过程管理中的应用，以期 为行业提供可借鉴的解决方案。

1 装配式建筑中电气管线预埋的标准化设计研究

1.1 标准化设计原则

在装配式建筑中，电气管线预埋属于基础性工作，其合理与否直接决定了后续施工质量与系统运行效果。预埋设计的标准化不仅是为了提高施工效率，更是为了保证建筑功能的完整性和电气系统的安全性。标准化设计的基本要求是实现模块化和统一化，模块化强调电气构件与建筑构件在尺寸和接口上的一致性，使其能够在不同项目中重复利用；统一化则体现在设计规范、技术标准和操作方法的一致性，避免因不同设计团队或施工单位的理解差异导致偏差。通过标准化设计，可以减少沟通成本，使设计成果在构件生产和施工环节得到准确落实，最终实现从设计

到施工再到运维的闭环管理。

1.2 设计参数的精细化

装配式建筑的特点决定了电气管线预埋必须具备更高的精度要求。传统建筑中,现场施工具有一定的灵活性,可以通过人工调整来弥补偏差,而在装配式建筑中,大量构件在工厂预制完成,一旦出现误差,将给后续安装带来严重问题。为了避免这种情况,设计阶段必须对电气参数进行精细化控制,包括管径、间距、出线口位置和预埋深度等。精细化设计的实现需要依托参数化工具,将设计结果以可计算、可调整的形式表达出来。参数化不仅便于设计人员进行修改和优化,还能通过计算机模拟预测施工中的可行性和潜在冲突,使方案更科学、更可靠。

1.3 设计成果的数字化表达

数字化表达是标准化设计的重要组成部分。传统二维图纸存在信息量有限、表达不直观的问题,容易导致施工误解。而 BIM 技术则能够将电气管线信息直观地呈现在三维模型中,实现可视化与可交互。数字化模型不仅包括空间位置关系,还嵌入了参数化数据,如材料属性、规格型号和敷设方式等。设计成果通过数字化平台共享,可以被工厂、施工现场和运维团队同时调用,确保不同阶段的信息一致性。数字化表达还便于设计成果的积累和复用,形成标准化的设计数据库,为后续项目提供参考和借鉴。

2 工厂化生产环节的精度控制

2.1 预制构件加工精度的保障

工厂化生产是装配式建筑的重要特征,也是确保电气管线预埋精度的关键环节。在构件生产过程中,孔洞、管槽及出线口的位置必须与设计一致,否则极易造成安装困难甚至返工。因此,工厂应配备高精度的数控设备,通过自动化加工减少人工误差。同时,建立严格的检测机制,对构件加工精度进行逐一核查,发现问题及时修正。只有保证生产环节的高精度,才能为后续施工环节提供坚实基础。

2.2 材料与工艺标准化

在工厂化生产中,不同批次构件由于材料性能或工艺流程差异可能导致偏差,从而影响电气管线安装的稳定性。为避免这一问题,必须统一选材标准和加工工艺。例如,在导管预埋中,应选用符合国家标准材料,并严格控制加工温度、切割方式和安装角度。通过标准化的材料和工艺,能够保证不同批次构件的一致性和可靠性,从而减少后续安装中的不确定性。

2.3 生产信息化管理

现代装配式建筑生产环节离不开信息化的支持。设计数据应通过信息平台直接传输至生产设备,避免人工录入带来的错误。建立完善的生产数据库,对构件的生产、检验和出厂过程进行全过程记录,使生产过程可追溯。生产信息化不仅能够提升生产效率,还能为施工和运维提供完整的数据链条,实现从设计到生产的无缝衔接。

3 施工阶段的误差控制方法

3.1 安装精度的把控

装配式建筑的施工过程相较于传统建筑更加依赖前期设计和工厂生产,因此在现场安装时必须严格控制精度。为了保证电气管线与构件的准确衔接,施工现场应引入激光测距仪、全站仪等高精度测量设备,实时监控安装位置。施工团队还需建立反馈机制,将实际测量数据与设计模型进行比对,若发现偏差,应立即调整,避免问题积累扩大。安装精度的把控不仅提升了施工质量,也降低了后期返工的风险。

3.2 施工工艺的优化

施工工艺的规范性对误差控制至关重要。装配式建筑电气管线的预埋需要遵循明确的施工流程,包括构件拼装顺序、管线连接方式和接口固定方法等。施工单位应根据设计要求制定详细的操作规范,并在开工前进行工艺样板试验,检验施工工艺的可行性和稳定性。通过严格执行标准化工艺,能够减少操作中的随意性,从而有效降低误差。

3.3 施工现场的质量管理

在装配式建筑电气管线预埋过程中,施工现场的质量管理直接决定了误差控制的成效。为了确保设计方案在实际操作中的准确落实,需要在施工环节中设立严格的质量控制点,对每一道关键工序进行全程监督。例如,在电气管线与预留孔洞的安装和对接中,必须由专业人员进行精确测量与校对,确认与设计模型保持一致后,才能进入下一道工序。这样的把关不仅可以有效避免因安装偏差导致的后续返工,还能确保整体系统的稳定性。通过建立多层次的质量管理体系,将日常检查、专项抽查与最终验收结合起来,可以实现全过程的动态监管。

4 运维阶段的误差修正与管理

4.1 竣工模型的建立与应用

在建筑电气系统的运维阶段,竣工资料的完整与否直接影响着管理工作的效率与质量。若施工过程中形成的数据能够被准确更新至 BIM 模型,就能够建立与实际情况高度一致的竣工模型。该模型不仅清晰呈现电气管线在空间中的具体位置,还记录了施工过程中参数变更和现场调整的详细信息。运维人员在面对设备故障、检修任务或系统改造时,可以直接调取竣工模型进行查询,迅速定位问题,避免因资料缺失或数据偏差而反复查找。完整的竣工模型不仅让运维工作更加科学、直观,还能在时间和人力成本上实现显著节约。通过这种方式,建筑电气系统的运行维护能够更为高效、安全,同时减少因误判或信息不全造成的返工与风险,从而为建筑全生命周期管理提供有力保障。

4.2 定期检测与维护

在电气系统的运维过程中,误差修正是保障设备安全与建筑正常运行的关键环节。定期检测制度的建立能够为这一目标提供有力支撑。借助红外成像技术,可以对电缆

运行温度进行实时监测,及时发现因过载或绝缘老化引起的异常发热现象;利用超声波探测手段,则能够识别出接头松动、局部放电等隐蔽问题,这些隐患往往在肉眼观察中难以察觉,却可能在积累过程中导致严重事故。通过周期性的检测与数据记录,管理人员能够在问题萌芽阶段采取修正措施,将风险控制在最小范围内。定期检测不仅降低了运行过程中的安全隐患,也有效延长了设备的使用寿命,使电气系统保持长期稳定运行。

4.3 信息化运维管理

在电气系统的运维阶段,信息化管理的作用愈发突出。通过建立统一的运维管理平台,可以实现对系统运行数据的实时采集、集中存储与动态更新,从而形成完整的数据链条。长期的数据积累不仅能够展现设备运行的趋势与规律,还为管理者提供了科学的决策依据。依托大数据分析,管理者能够对潜在隐患进行预测,提前制定维护计划,避免突发性故障带来的损失。同时,基于信息化平台的可视化功能,运行状态可以被直观呈现,便于快速定位问题与及时响应。信息化管理的引入,使运维工作从被动的事后处理逐步转向主动的预防性管理,大幅提高了运维效率与系统的可靠性。更为重要的是,平台积累的数据还能对电气系统后续的升级、改造与优化提供详实的参考资料,保障建筑全生命周期的稳定与高效运行。

5 信息化技术在全过程中的应用

5.1 BIM 技术的应用

BIM 技术在电气管线预埋的全生命周期中发挥着核心作用。在设计阶段,借助参数化建模手段,可以精确构建电气管线的三维模型,并附加详细的材料属性、尺寸参数和施工工艺信息,为后续工作奠定坚实基础。在施工阶段,BIM 模型能够进行冲突检测与模拟分析,及时发现电气管线与结构、暖通等其他专业之间的矛盾,有效减少返工。同时,基于 BIM 平台的进度管理功能,可以实现施工计划与实际进展的对比和调整,保障施工过程的有序推进。在运维阶段,完整的竣工模型和数据资料为后期检修与维护提供了直观参考,提升了运维的效率与可靠性。BIM 模型的共享性和可扩展性,使不同专业能够在统一平台上实现信息互通与协同,增强了工程的整体协调性和精度。随着技术的不断演进,BIM 将在电气系统全生命周期管理中展现更大潜力。

5.2 物联网与传感技术

物联网技术的广泛应用为电气系统的实时监测与管理提供了更加高效的解决方案。在施工阶段,布设在现场的传感器能够实时采集并反馈管线的安装位置、角度与状态信息,施工人员借助这些数据可以及时发现误差并进行修正,从而保证施工质量与精度。在运维阶段,传感器能够持续监测电流、电压、温度等关键运行参数,当数据出

现异常时,系统会立即生成预警信息,为故障诊断和应急处理提供科学依据。通过与信息化管理平台的深度结合,物联网技术不仅实现了电气系统的远程监控,还能通过智能算法对数据进行分析与处理,辅助管理人员优化运行策略。这样一来,电气系统的运行状态可以得到全方位、实时性的把控,管理效率显著提升,安全性和可靠性也得到大幅度增强,为建筑运维提供坚实的技术支撑。

5.3 大数据与人工智能

在电气管线预埋管理中,大数据和人工智能的应用正在展现巨大潜力。通过对设计、施工与运维阶段产生的海量数据进行系统化收集与深度分析,可以揭示潜在规律,帮助管理者提前识别可能出现的问题,从而提升决策的科学性与前瞻性。人工智能算法能够基于数据建模,自动优化设计方案,使管线布局更加合理高效;在施工阶段,还能通过风险预测与实时监测,提前预警可能的质量隐患与进度偏差,为施工安全与效率提供保障。在运维环节,人工智能可以结合传感器数据,制定智能化的维护与检修策略,实现预测性维护,避免突发性故障带来的损失。随着数据的不断积累和模型的持续优化,人工智能将在电气系统管理中发挥更加关键的作用,为全过程管理提供智能化支撑,推动建筑行业向高效、安全和绿色方向发展。

6 结论

在装配式建筑的建设过程中,电气管线预埋的标准化设计与施工误差控制具有决定性意义,它不仅关系到电气系统的安全运行,也影响着整体建筑功能的实现。通过建立科学合理的设计规范,能够确保管线路径清晰、接口位置精准,从源头上降低偏差发生的可能性。工厂化生产的高精度加工水平,则为构件质量提供了保障,使现场安装更加顺畅。施工阶段通过优化工艺流程与加强质量管理,可以进一步控制误差累积,减少因偏差导致的返工。与此同时,构建与实际一致的竣工 BIM 模型并结合信息化运维体系,能够实现数据的动态更新与全程追溯,为后期维护和改造提供有力支持。随着物联网、大数据与人工智能等技术的引入,电气管线预埋管理逐渐走向智能化与精细化,为装配式建筑的高质量与可持续发展注入了持久动力。

[参考文献]

- [1]李强.装配式建筑电气设计与施工一体化研究[J].建筑电气,2021(4):56-60.
- [2]王磊.BIM 技术在装配式建筑电气管线预埋中的应用探析[J].建筑科学,2022(7):88-92.
- [3]张华.装配式建筑施工误差控制与信息化管理研究[J].建筑施工,2023(3):102-107.

作者简介:游扬(1987.4—),男,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:九易庄宸科技(集团)股份有限公司。